

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO ESTRUTURAL PARA PREVISÃO DO IPCA

Téo de Almeida Bastos

Número de matrícula: 312080

Professor Tutor: João Manuel

Professor Orientador: Marcelo Medeiros

Novembro de 2007

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.”

Téo de Almeida Bastos

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

Agradeço aos meus pais, Carlos Roberto de Almeida Bastos e Elenice J. de A. Bastos, meu irmão Roberto de Almeida Bastos que sempre estiveram do meu lado, ao meu orientador Marcelo Medeiros, e a três amigos especiais Ana Carolina Freire, Eduardo Moreira e Lucas Borges que me ajudaram nessa empreitada.

ÍNDICE

1. Introdução.....	6
2. Histórico.....	8
3. Metodologia.....	12
Mecanismo de Avaliação das Previsões.....	16
4. Modelo Estrutural.....	17
Modelo Estatístico.....	17
Especificação do Modelo.....	18
5. Modelo Auto-Regressivo.....	26
Modelo Estatístico.....	26
Especificação do Modelo.....	26
6. Análise dos Resultados.....	28
7. Conclusão.....	30
8. Bibliografia.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- 1. Gráfico – 1 Variação Mensal do IPCA.....15**
- 2. Gráfico – 2 Resultados das Previsões vs. IPCA.....28**

ÍNDICE DE TABELAS

- 1. Tabela – 1 Curva IS.....19**
- 2. Tabela – 2 Preços Livres.....22**
- 3. Tabela – 3 Preços Administrados.....23**
- 4. Tabela – 4 IGP-DI.....23**
- 5. Tabela – 5 Resultado das Estatísticas de Avaliação das Previsões.....29**

1. Introdução

A Revolução Industrial trouxe em seu bojo profundas transformações no campo do conhecimento humano. O conhecimento científico passa a se impor como uma exigência da lógica, em substituição ao conhecimento teológico e ao medo supersticioso e suas justificativas para o desconhecido, encerrando a era dos “humores” e dos “miasmas” e inaugurando a era do empirismo e da busca das “certezas” científicas.

Todo o conhecimento para ser válido, então, passa a ser obrigatoriamente condicionado a experimentação, a repetição, a redução em fórmula e, conseqüentemente, passível de previsão, quando reunidos os mesmos fatores do objeto estudado. Essa forma de saber passa a se impor aos mais diversos campos do conhecimento humano, desde a Medicina, a Matemática, a Geografia, a Física, já consolidadas, quanto a novas áreas que passaram a justificar estudos autônomos.

Entre essas novas áreas de conhecimento que demandavam um estudo autônomo, uma em particular que passava a analisar uma nova relação entre o ser humano e o trabalho, com uma conseqüente reestruturação da sociedade e do Estado, e a própria relação entre Estados, ganhou significativa importância. Cientistas como Ricardo e Max lançaram suas teorias com a solidez exigida pelo conhecimento científico, seus sucessores as consolidaram e aprimoraram e todos com um objetivo em comum: a previsibilidade.

Propunham que, observados seus axiomas e postulados, era possível prever com segurança a prosperidade e o bem comum. Entretanto, a conseqüência prática pode ser resumida na brilhante colocação de John Keneth Galbraith, pois o que se observou nos Séculos que se seguiram foi uma verdadeira *era da incerteza*.

A Ciência Econômica já em seu nascedouro é objeto de paixões que só se justificam pela grandeza de seu objeto, caso contrário seria passível de comprometer o raciocínio lógico que se impõe como uma de suas ferramentas principais.

Não se observa em outras ciências antagonismos e ramificações tão marcantes quanto na Economia. Enquanto algumas Universidades a colocam junto ao Direito no campo das

Ciências Jurídicas e Sociais, com objetivo estritamente “*academicista*”, outras lhe dão autonomia plena, outras ainda, lhe conferem o mesmo status das Ciências Contábeis.

Como ciência única, independentemente da forma como é estudada, continua e se aprimora cada vez mais, em estabelecer fórmulas, ainda que de forma indireta, que permitam prever a evolução das trocas, a prosperidade e crescimento ou a estagnação e a pobreza, os caminhos a serem adotados para a máxima satisfação das necessidades e a redução da escassez. Assim, são estabelecidas previsões para o comportamento de determinada moeda frente a outras, níveis de inflação, renda e de crescimento da economia.

Longe da certeza almejada no estabelecimento do conhecimento científico como base do saber a Séculos passados e a meio caminho de distância dos antagonismos das visões capitalistas e socialistas, as ferramentas de previsão estabelecidas pela evolução do estudo da Economia e hoje disponíveis vem se provando cada vez mais consistentes.

No presente trabalho, nós nos utilizaremos de informações disponíveis no Banco Central do Brasil para construir e desenvolver um pequeno modelo estrutural da economia brasileira a fim de realizar previsões de curto prazo, um período a frente, para o Índice de Preços ao Consumidor Amplo, usaremos as expectativas de mercado divulgada pelo próprio Banco Central do Brasil como base de comparação aos nossos resultados.

2. Histórico

Durante muitos anos o Brasil conviveu com altas taxas de Inflação, ao longo de mais três décadas, vários foram os Planos de Estabilização desenvolvidos para reparar esse grave problema da nossa economia. Contribuíam para essa alta inflação vários fenômenos observados na economia brasileira dos inícios dos anos 90, entre eles a indexação da economia, o desajuste fiscal dos Estados, Municípios e União, perda da credibilidade das autoridades monetárias, além de crises internacionais como as duas crises do petróleo entre outras.

De alguma forma todos os Planos de Estabilização utilizados anteriores ao Plano Real fracassaram, entre eles podemos citar os Planos Cruzado, Bresser, Verão, Collor 1 e Collor 2. A partir de 1º de julho de 1994 iniciou-se uma nova fase na economia brasileira, uma moeda nova chamada de Real entrou em circulação, com o intuito de substituir o Cruzeiro Real e domar a alta inflação.

O Plano Real, porém, foi concebido, antes da substituição do Cruzeiro Real, durante o Governo Itamar Franco, desenvolvido pela equipe econômica do Ministério da Fazenda, durante a gestão do então Ministro Fernando Henrique Cardoso, posteriormente eleito Presidente da República.

O principal idealizador do Plano Real, considerado o pai do Plano Real se chama Edmar Bacha. Seu objetivo primário era controlar a inflação, um problema crônico que já afetava a sociedade brasileira há algumas décadas. E assim no final de 1993 as condições econômicas e políticas enfim se combinaram para permitir que o Governo então lançasse a base de um programa de longo prazo.

O Plano Real foi composto por três pilares: um ajuste fiscal rigoroso, a desindexação da economia e uma política monetária restritiva. Sendo que nos dois últimos pilares o governo obteve um êxito maior uma vez que o ajuste fiscal necessário para a economia brasileira não foi concluído até hoje.

Nos primeiros anos do Plano Real o governo manteve a inflação sob controle utilizando a âncora cambial como principal instrumento de política econômica, esse sistema funcionava através de bandas cambiais, aliadas a uma política de abertura econômica.

No primeiro governo do Presidente Fernando Henrique, o cambio sofreu uma valorização artificial via a utilização de altas taxas de juros, essas taxas permitiram ao Banco Central do Brasil (BCB) aumentar suas reservas internacionais, que funcionariam como um amortecedor para futuras pressões ou crises internacionais.

Podemos observar alguns resultados dessa política na forte entrada de capitais estrangeiros observados no período, que tomavam forma tanto de investimentos de longo prazo como investimentos de caráter apenas especulativos, esses investimentos atraídos pelas altas taxas de juros que permitiam ao BCB manter o cambio valorizado.

Entretanto, apesar de exercer um papel importante e positivo no controle da inflação, essa apreciação artificial do Real gerou algumas conseqüências na economia brasileira, entre elas podemos citar a ampliação do déficit em conta corrente e a degradação do déficit fiscal, o que por si só obrigava ao BCB manter as taxas de juros cada vez mais altas, criando assim um círculo vicioso para manter o fluxo de capitais positivo, necessários à economia.

Não podemos deixar de lembrar alguns momentos importantes pelo qual a economia mundial passou durante os primeiros anos do Plano Real, pois o país enfrentou algumas graves crises econômicas como a crise mexicana (1994), a asiática (1997) e a russa (1998), que impactaram a economia brasileira, pois essas crises em diferentes momentos diminuíram a liquidez mundial, o que ajudou a pressionar a já alta taxa de juros praticada pelo BCB.

No fim do primeiro mandato do Governo FH a situação estava se tornando insustentável, com o mercado começando a suspeitar que o Brasil viesse a ser a próxima vítima.

Existia uma grande dúvida se o governo brasileiro conseguiria manter por muito mais tempo o câmbio num patamar “*sobrevalorizado*” e assim as especulações sobre uma possível desvalorização ficavam cada vez mais fortes, obrigando ao Brasil tomar um dos maiores empréstimos da história do FMI, cerca de US\$ 40 Bilhões, para garantir a liquidez no seu mercado interno.

Em janeiro de 1999 o regime cambial que até então era um regime de bandas cambiais, passou para um sistema no qual o câmbio passou a ser flutuante, o que permitiu que o câmbio retornasse ao seu valor de equilíbrio gerando uma grande desvalorização do Real frente ao Dólar.

Essa mudança de regime cambial não gerou perda de credibilidade das autoridades monetárias, sendo considerada medida de ajuste necessária.

A mudança do regime cambial alterou também uma das formas do BCB intervir na economia. Pois ao assumir uma taxa de câmbio fixa um Banco Central importa a credibilidade do Banco Central do país ao qual fixou sua moeda, e perde a autonomia sobre a condução da política monetária. Com o câmbio flutuante, o objetivo principal da política monetária passa a ser o de garantir a estabilidade do nível de preços, e não mais apreciação cambial.

Nesse novo regime, as expectativas dos agentes econômicos e a credibilidade da autoridade monetária se tornam fundamentais para o próprio controle da inflação. Sendo assim o BCB precisava de algo que ancorasse as expectativas dos agentes quanto à inflação, adotando então o sistema de metas para inflação. Nesse sistema o Banco Central deve perseguir e tornar efetiva a meta pré-anunciada pelo Conselho Monetário Nacional.

No caso brasileiro o governo adotou o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo mais conhecido como IPCA, que é divulgado pelo IBGE, como o parâmetro para a meta de inflação. Considerando o centro como a meta de inflação a ser atingida, as bandas podem variar de acordo com a decisão do CMN.

Não só no sistema de metas como em qualquer sistema a transparência é fundamental, ou seja, o BCB deve ser o mais claro possível em seus comunicados ao

público, devendo manter a serenidade ao expressar impressões sobre a economia e as perspectivas futuras da inflação regularmente. Pois a credibilidade é fundamental para que os agentes econômicos possam convergir suas expectativas para o centro da meta pré-estipulada. Sendo que quanto maior a credibilidade da autoridade monetária mais fácil as expectativas dos agentes convergirão para as metas.

Num sistema como o adotado pelo Banco Central do Brasil, a previsão do índice oficial do governo ganhou muito importância, pois a inflação é a variável chave, ou seja, a meta a ser perseguida pela política macroeconômica.

3. Metodologia

Em nosso trabalho a variável que buscamos prever é o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). O IPCA é medido mensalmente, o período de coleta em geral é compreendido entre os dias 1º e 30 do mês de referência, e é divulgado geralmente oito dias após o término da coleta. O IPCA abrange as famílias com rendimentos mensais compreendidos entre 1e 40 salários-mínimos e residentes nas regiões metropolitanas de Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba, Porto Alegre, Brasília e o município de Goiânia¹.

Para atingir esse objetivo buscaremos construir um modelo estrutural, utilizando como ponto de partida os estudos realizados pelo BCB o qual, no desenvolvimento do seu modelo estrutural, realiza diversos estudos sobre os canais de transmissão na economia brasileira, tais como o canal da taxa de juros (pois a partir da adoção do câmbio como flutuante esse é o seu principal instrumento de controle na política economia), da taxa de câmbio, da demanda agregada, de preço de ativos, expectativas, crédito e agregados monetários.

Segundo o resultado desses estudos elaborados por BOGDANSKI, o canal de transmissão da demanda agregada leva de 6 a 9 meses para atingir seu efeito máximo sobre a inflação no Brasil.

Após a análise e determinação dos principais canais de transmissão da política monetária, o modelo estrutural simples do Banco Central do Brasil foi estruturado da seguinte maneira, por BOGDANSKI et al (2000):

- (i) Uma equação que represente a curva IS, expressando o hiato do produto como uma função dos seus valores defasados, da taxa de juros real, do superávit primário e da taxa de câmbio real (que não se mostrou significativa na estimação do BCB, devido ao longo período em que o regime cambial foi administrado);

¹ www.ibge.gov.br

- (ii) Uma equação que represente a curva de Phillips, expressando a taxa de inflação como função de seus valores defasados, da expectativa quanto aos seus valores futuros, do hiato do produto, da taxa de câmbio nominal e da inflação dos produtores americanos;
- (iii) Uma equação que apresentasse a paridade descoberta da taxa de juros, relacionando a diferença entre a taxa de juros doméstica e externa com a depreciação esperada da taxa de câmbio e do prêmio de risco; e
- (iv) Uma regra de juros, do tipo regra de Taylor, ou uma função de reação que envolva expectativas (forward-looking), ou alternativamente regras fixas de taxas de juros nominais ou reais.

Durante o ano o Comitê de Política Monetária, o COPOM, que é formado pelos membros da Diretoria Colegiada mais o próprio Presidente do Banco Central do Brasil, se reúne durante oito vezes, para decidir sobre o rumo da política monetária, seis dias após as reuniões do COPOM o BCB divulga uma Ata que fornece um resumo das discussões ocorridas durante a reunião.

Ao final de cada trimestre, o COPOM publica um Relatório de Inflação, no qual a autoridade monetária analisa mais detalhadamente a conjuntura econômica e financeira no Brasil, bem como apresenta também as suas projeções para a taxa de inflação.

Tanto nas Atas do COPOM como nos Relatórios de Inflação o BCB faz a alusão a dois cenários. No primeiro cenário, chamado de Cenário de Referência, a trajetória futura da taxa de câmbio e de juros são mantidas constantes, independentemente das chances de concretização dessas trajetórias, no Cenário de Mercado, o BCB leva em consideração as expectativas do mercado para essas variáveis ao longo do horizonte de previsão.

O objetivo desse trabalho será fazer previsões sobre a hipótese do Cenário de Referência e comparar as nossas estimativas com as expectativas do mercado divulgadas pelo próprio Banco Central, assumiremos que a taxa de juros e a taxa de câmbio se manterão constantes ao longo do tempo, sendo assim nosso modelo estrutural será composto apenas das equações (i) e (ii).

Em virtude de existirem no Brasil algumas tarifas públicas que ainda são reguladas pelo governo (água, gás de cozinha, esgoto, telefonia, energia, etc.), e outras que foram indexadas, podemos esperar um comportamento muito distinto desses bens e serviços quando comparados aos observados nos preços livres. Por isso estimaremos de forma diferente a inflação dos preços livres e a dos preços administrados.

No caso dos preços dos administrados, utilizaremos o modelo de determinação endógena de preços administrados do BCB². Nesse modelo temos duas equações. A primeira estima o IGP-DI em função do seu valor passado, da taxa de inflação dos preços livres, da primeira diferença da taxa de câmbio, da taxa de inflação aos produtores americanos e componentes sazonais.

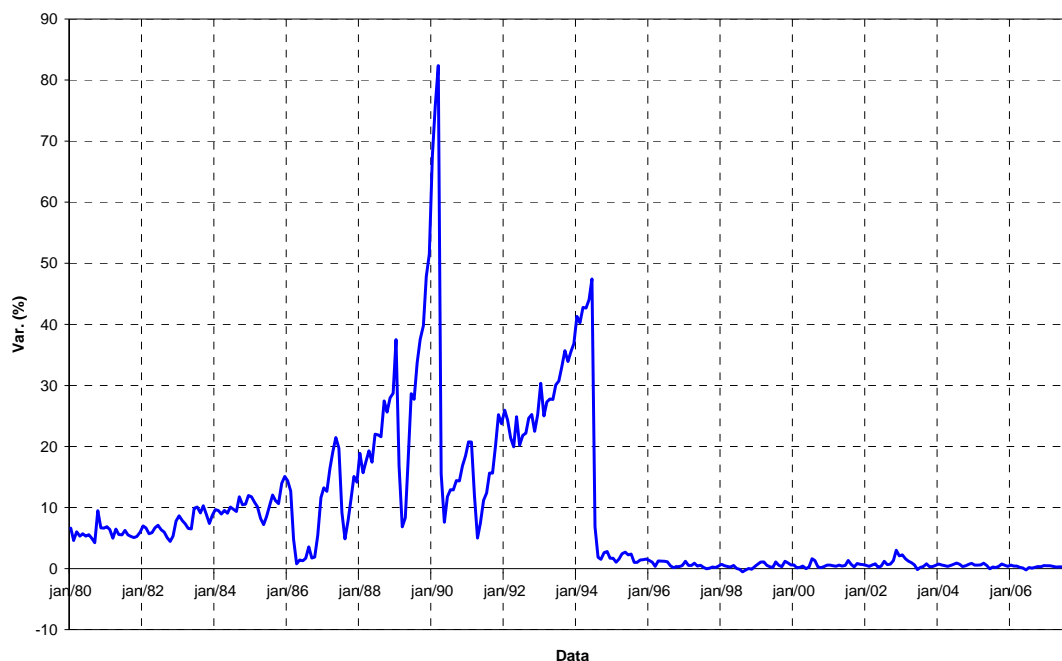
A segunda equação representa os preços administrados, que são função do seu valor passado, da taxa de inflação do IGP-DI no período passado, da variação da taxa de câmbio, da inflação aos produtores americanos acumulada nos últimos 12 meses e de componentes sazonais.

Para a estimação dos preços livres, utilizaremos também duas equações, uma para a Curva IS e outra para a Curva de Phillips, sendo a taxa de inflação dos preços livres a variável dependente na curva de Phillips, conforme proposto por MINELLA et al (2003).

Como podemos observar no gráfico abaixo o Brasil passou por alguns períodos de grande inflação, que foram combatidos por diferentes planos econômicos, que ao entrarem em vigor alteravam as relações de algumas variáveis econômicas, pois num primeiro momento a inflação dava sinais de estar diminuindo, porém alguns períodos a frente a voltava com mais força, somente após a adoção do Plano Real em meados de 1994 a inflação passa realmente a ser controlada.

² Relatório de Inflação do Banco Central. Modelo de Determinação Endógena dos Preços Administrados. Banco Central do Brasil, dezembro de 2004, p.120.

Gráfico 1 – Variação Mensal do IPCA (Jan. 80 a Out. 07)



A razão de se atentar a esse problema é que ao analisar algumas séries de dados, podemos facilmente observar essas mudanças estruturais. Mudanças bruscas prejudicam o trabalho de análise de series temporais, pois o tamanho da amostra fica mais limitado.

Com o intuito de minimizar tal prejuízo, em vez de estimarmos o hiato do PIB como proposto por BOGDANSKI et al. (2000), utilizaremos a série da Produção Física Industrial dessazonalizada, medida pelo IBGE, como *proxy* para o PIB (MINELLA et al. 2003). O nosso objetivo ao fazermos essa alteração é aumentar o número de observações do nosso modelo, uma vez que o PIB é divulgado trimestralmente enquanto a Produção Industrial é uma publicação mensal.

Com essa alteração poderemos fazer previsões mensais de inflação ao invés de previsões trimestrais, como o sugerido no modelo estrutural do BCB.

3.1. Mecanismo de Avaliação das Previsões

Para avaliarmos as nossas projeções adotaremos os critérios propostos por ALVES (2001), serão utilizadas três estáticas: *o resíduo médio*, *o resíduo absoluto médio* e *o resíduo quadrático médio*. A primeira estatística indica o viés das projeções e as duas últimas indicam o grau de dispersão.

Para a obtenção de tais estatísticas, primeiramente consideram-se as projeções feitas com informações relativas até o período T, em que T é o menor que o tamanho total da amostra, possibilitando a obtenção de precisões fora da mesma, os resíduos são calculados como a diferença entre essas projeções e os valores da taxa de variação do IPCA ocorrida naqueles períodos.

Essas estáticas podem ser representadas por:

$$\varepsilon_{T+n} = \hat{\pi}_{T+n} - \pi_{T+n}$$

$$r_n^m = (\sum \varepsilon_{T,n}) / N$$

$$r_n^{am} = (\sum [\varepsilon_{T,n}]) / N$$

$$r_n^{qm} = (\sum (\varepsilon_{T,n})^2) / N$$

Onde:

T → período da última observação de cada sub-amostra $2006:07 \leq T \leq 2007:07$

N → número de períodos considerados entre (2006:07 e 2007:07)

n → número de períodos a frente da previsão $n \in [1,12]$

π_{T+n} → é a taxa de inflação do IPCA relativa ao período T+n

ε_{T+n} → erro de previsão para a taxa de inflação para o período T+n

r_n^m → erro de previsão médio das previsões, medida n períodos à frente

r_n^{am} → erro de previsão absoluto médio das previsões, medida n períodos à frente

r_n^{qm} → erro de previsão quadrático médio das previsões, medida n períodos à frente

4. Modelo Estrutural

4.1. Modelo Estatístico

Um modelo de Vetores Auto Regressivos (VAR) examina relações lineares entre cada variável e os valores defasados dela própria e de todas as demais variáveis, impondo como restrições à estrutura da economia somente: a escolha do conjunto relevante de variáveis e do número máximo de defasagens envolvidas nas relações entre elas. Nos modelos VAR, o número de defasagens é normalmente escolhido com base em critérios estatísticos, como os de *Akaike* ou *Schwarz*.

Numa modelagem VAR, é comum se ter o mesmo conjunto de regressores endógenos e exógenos, com as mesmas ordens de defasagem para explicar as variáveis endógenas. Buscando assim não perder nenhum grau de informação e aumentando o poder preditivo.

Nas equações estimadas nesse trabalho foram impostas algumas restrições sobre as variáveis endógenas e exógenas. Nesse caso, utiliza-se a estimação das equações pelo método SUR (Seemingly Unrelated Regressions), pois permite a obtenção de estimativas eficientes.

Como qualquer modelo estatístico os VAR possuem limitações, duas limitações são bastante citadas. A primeira refere-se ao elevado número de parâmetros dos modelos VAR, com reflexo no tamanho de amostra requerido para que se obtenha uma estimação confiável. A segunda diz respeito ao fato de que cada modelo VAR é simplesmente uma “forma reduzida”, ou seja, as mesmas relações entre as variáveis e suas defasagens são simultaneamente compatíveis com vários diferentes modelos que descrevem também as relações contemporâneas entre as variáveis (chamados de “formas estruturais”)³.

³ Relatório de Inflação do Banco Central. Vetores Auto Regressivos, Banco Central do Brasil, junho de 2004.

4.2. Especificação do Modelo

Nosso modelo estrutural será dividido em dois segmentos. No primeiro, estaremos estimando a inflação dos preços livres, através de uma equação que represente a curva IS e outra que represente a curva de Phillips. No segundo segmento, obteremos uma estimativa para os preços administrados, utilizando também duas equações à primeira delas buscará estimar os preços administrados a segunda o IGP-DI. Devido à própria estrutura do IPCA que possui preços livres e administrados tivemos que fazer uma junção entre o Modelo Estrutural para os preços livres com o Modelo de Determinação Endógena dos Preços Administrados do BCB.

Ao chegarmos a tais estimativas, as agregaremos com o devido peso essas duas medidas para obtermos a inflação do IPCA, essa ponderação varia mês a mês, porém é uma variação marginal, por isso adotaremos a variação observada em julho de 2007 como padrão, com o peso de 30,91 para os administrados e 69,09 para os administrados.

A seguir iremos apresentar a especificação das equações utilizadas em nosso modelo estrutural:

CURVA IS

$$h_t = \beta_0 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 r_{t-6} + \beta_3 pr_{t-3} + \varepsilon_t$$

Onde:

h → hiato do logaritmo do produto

r → logaritmo da taxa de juros real [$\log(1+R)$]

pr → logaritmo do superávit primário, como percentual do PIB [$\log(1+sup)$]

ε → Choque de demanda

O PIB Brasileiro é calculado pelo IBGE e publicado trimestralmente pelo mesmo, enquanto o IPCA tem sua publicação mensal, portanto para fazer previsões mensais temos que escolher algum índice de publicação mensal que possa ser utilizado como uma boa

proxy para o PIB, optamos por utilizar a série da Produção Física Industrial dessazonalizada (MINELLA et al, 2003), também medida pelo IBGE.

O hiato do produto é definido como a diferença do valor observado do PIB (produto) com o valor do PIB potencial (produto potencial). Existem diversas maneiras de se estimar o produto potencial, o próprio Banco Central realiza diversos estudos sobre como estimá-lo, podemos aplicar uma tendência linear, uma média móvel, passar o filtro HP, nós optamos por aplicar o filtro de Hodrick-Prescott na série da Produção Física Industrial dessazonalizada.

A taxa de juros utilizada na equação é chamada de taxa de juros *ex-ante*. Podemos definir essa taxa como a divisão da taxa do contrato de Swap de 180 dias, pela expectativa de inflação do mercado para os próximos doze meses coletada pelo Banco Central do Brasil.

O superávit primário mensal como percentual do PIB também foi incluído, pois é um dado importante e confiável sobre o esforço fiscal dos diversos níveis de governo.

A tabela 1 nos mostra as estatísticas da equação da curva IS. Nossa equação parece representar bem a dinâmica do hiato do produto, com um R^2 ajustado elevado, os resíduos não apresentam autocorrelação serial ao nível de 10%, após realizarmos o teste o do Multiplicador de Lagrange de Breusch-Godfrey (LM) de 1º e 4º defasagem.

Tabela 1

Variável Dependente: Hiato

Método: Mínimos Quadrados

Amostra (ajustada): 2001:10 2007:07

Observações Incluídas: 67 depois do ajustamento

Variável	Coefficiente	Dês. Padrão	Estatística T	Prob.
C	0.019304	0.008864	2.177675	0.0332
HIATO (-1)	0.735880	0.083432	8.820116	0.0000
JUROS (-6)	-10.99178	6.540118	-1.680670	0.0978
PRIMÁRIO (-3)	-0.136048	0.056407	-2.411882	0.0188
R Quadrado	0.585932	Akaike info criterion		-5.802052
R Quadrado Ajustado	0.566214	Schwarz criterion		-5.670428
Log likelihood	198.3687	Estatística F		29.71626
Durbin-Watson stat	1.780600	Prob(Estatística F)		0.000000

CURVA DE PHILLIPS

A oferta agregada da economia é modelada normalmente pela especificação da Curva de Phillips, que busca relacionar a inflação no nível de preços com algum desequilíbrio real observado na economia (tipicamente o Hiato do Produto), através das variações nas expectativas de inflação ou na taxa real de câmbio.

Especificação *Backward-looking*

$$\pi_t^L = \alpha_1^b \pi_{t-1} + \alpha_2^b \pi_{t-2} + \alpha_3^b h_{t-1} + \alpha_4^b \Delta(p_t^f + e_t) + \varepsilon_t^b$$

Especificação *Forward-looking*

$$\pi_t^L = \alpha_1^f \pi_{t-1} + \alpha_2^f E(\pi_t) + \alpha_3^f h_{t-1} + \alpha_4^f h_{t-2} + \alpha_5^f \Delta(p_t^f + ma(e_t)) + \varepsilon_t^f$$

Onde:

π^L → taxa de inflação dos preços livres do IPCA

π → taxa de inflação do IPCA

h → hiato do logaritmo do produto

p^f → taxa de inflação ao produtor norte-americana

e → logaritmo da taxa de câmbio (R\$/US\$)

$ma(e)$ → média móvel de doze meses da taxa de câmbio

Δ → operador da primeira diferença

$E_t(\pi_t)$ → mediana das expectativas do mercado no período t , coletada entre o dia 10 e 20, para o IPCA do período t que é divulgado somente em $t+1$

ε → Choque de oferta

A utilização da primeira equação ocorre quando observamos a presença de inércia inflacionária na economia, é uma equação simples de estimar, e com apenas duas defasagens reproduz de maneira eficaz a dinâmica da inflação passada. A segunda equação dá um peso maior para as expectativas e a inércia inflacionária é menor, ou seja, a taxa de inflação responde rapidamente a mudanças nas expectativas dos agentes.

A curva de Phillips será utilizada para nós estimarmos a inflação dos preços livres, no Trabalho para Discussão nº. 1 do BCB de julho de 2000, BOGDANSKI descreve um modelo estrutural para a economia brasileira, nesse artigo a Curva de Phillips foi definida através de uma combinação das duas especificações mencionadas anteriormente.

A razão do BCB em utilizar uma média das duas equações, ao invés de utilizar apenas uma, se deveu ao fato de que mesmo após a adoção do sistema de metas de inflação ainda demoraria um tempo para que o componente da inércia inflacionária diminuísse, porém à medida que esse componente vai perdendo força os agentes econômicos passam a reajustar seus preços dando um peso maior às expectativas da inflação futura, como o sistema de metas de inflação funcionava há apenas um ano, não seria correto assumir que o Banco Central já possuísse tamanha credibilidade.

Após o Real sobreviver a várias crises econômicas, com o BCB sempre agindo maneira austera, o mesmo conseguiu atingir um alto nível de credibilidade perante os agentes.

Podemos observar esse aumento da credibilidade do Banco Central, no trabalho de fim de curso do ex-aluno do departamento de economia da PUC Terence Pagano⁴, pois ao estimar as duas equações em dezembro de 2004, ele observou que a especificação *forward-looking* naquela época já representava melhor a dinâmica dos preços livres do que a especificação *backward-looking*, com a primeira possuindo um R^2 ajustado significativamente maior.

Com a credibilidade alcançada após o oitavo ano do regime de metas do BCB, com a conseqüente mudança de forma de reajuste de preços pelos agentes, com a diminuição da inércia inflacionária, não adotaremos a Curva de Phillips e passaremos a considerar apenas a especificação *forward-looking*.

⁴ PAGANO, Terence de Almeida. "CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE MODELOS DE PREVISÃO DE INFLAÇÃO. PUC, 2004.

Tabela 2

Variável Dependente: IPCA Livres
 Método: Mínimos Quadrados
 Data: 11/24/07 Time: 20:28
 Amostra Ajustada: 2001:09 2007:07
 Observações Incluídas : 71 depois do ajuste

Variável	Coeficiente	Dês. Padrão	Estatística t	Prob.
IPCA (-1)	0.442337	0.111735	3.958819	0.0002
HIATO(-1)	4.724273	2.234848	2.113913	0.0383
HIATO(-2)	-3.611556	2.251835	-1.603828	0.1135
IPCA EXPEC	0.546700	0.120051	4.553900	0.0000
E	2.932262	1.750257	1.675333	0.0986
R-Quadrado	0.733608	Mean dependent var		0.508011
R-Quadrado Ajustado	0.717463	S.D. dependent var		0.474605
S.E. of regression	0.252273	Akaike info criterion		0.151208
Sum squared resid	4.200342	Schwarz criterion		0.310552
Log likelihood	-0.367890	Durbin-Watson stat		1.533552

INFLAÇÃO DOS PREÇOS ADMINISTRADOS

$$\pi_t^{adm} = \beta_1 \pi_{t-1}^{igp-di} + \beta_2 \pi_{t-12}^{igp-di} + \beta_3 (e_t - e_{t-12}) + \beta_4 \pi_{t-1}^{facum} + \varepsilon_t$$

$$\pi_t^{igp-di} = \alpha_1 \pi_{t-1}^{igp-di} + \alpha_2 \pi_t^L + \alpha_3 (e_t - e_{t-3}) + \alpha_4 \pi_{t-1}^f + \varepsilon_t$$

onde:

π^{adm} → taxa de inflação dos preços administrados

π^{igp-di} → taxa de inflação IGP-DI

e → logaritmo da taxa de câmbio (R\$/US\$)

π^f → taxa de inflação ao produtor norte-americana

π^{facum} → taxa de inflação ao produtor americana acumulada em 12 meses

Tabela 3

Variável Dependente: IPCA ADM
 Método Mínimos Quadrados
 Data: 11/24/07 Time: 21:45
 Amostra Ajustada: 2002:07 2007:07
 Observações Incluídas: 61 depois do ajuste

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Prob.
IGP-DI (-1)	0.617352	0.107883	5.722413	0.0000
IGP-DI (-12)	0.141174	0.074345	1.898919	0.0626
PPI IGP	0.000589	0.000331	1.780488	0.0803
E IGP	0.021153	0.008011	2.640360	0.0107
R Quadrado	0.658429	Mean dependent var		0.007467
R Quadrado Ajustado	0.643083	S.D. dependent var		0.011088
S.E. of regression	0.006143	Akaike info criterion		-7.283830
Durbin-Watson stat	1.536275	Schwarz criterion		-7.145412

Tabela 4

Variável Dependente: IGP
 Método Mínimos Quadrados
 Data: 11/24/07 Time: 22:43
 Amostra Ajustada: 2001:08 2007:07
 Observações Incluídas: 72 depois do ajuste

Variável	Coefficiente	Dês. Padrão	Estatística t	Prob.
IGP ADM (-1)	0.388902	0.110630	3.515350	0.0008
IPCA LIVRES	0.906947	0.208538	4.349064	0.0000
CAMBIO ADM	0.049259	0.008277	5.951213	0.0000
PPI ADM (-1)	0.176126	0.083039	2.121002	0.0376
R-Quadrado	0.739315	Mean dependent var		0.007396
R-Quadrado Ajustado	0.730020	S.D. dependent var		0.010406
S.E. of regression	0.004881	Akaike info criterion		-7.753052
Durbin-Watson stat	1.949786	Schwarz criterion		-7.626571

Ao analisarmos as equações baseadas no modelo de determinação endógena do BCB, podemos observar a possível presença de endogeneidade entre as variáveis, quais sejam, a taxa de inflação dos preços administrados e a taxa de câmbio na equação dos preços administrados, e a taxa de inflação do IGP-DI e a taxa de inflação dos preços livres na equação que estima o IGP-DI.

Caso houvesse endogeneidade entre tais variáveis, o coeficiente da variável independente estimado por MQO seria viesado, mas como o intuito do modelo é fazer previsões e não analisar relações entre as variáveis, tais como elasticidade, não nos preocuparemos com isso.

Ao estimar as regressões fizemos testes para testar a ausência de correlação, ao nível de 10% não rejeitamos a hipótese de ausência de autocorrelação serial nos resíduos nas equações. Esse resultado permite-nos estimar as equações separadamente pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), ao invés de estimarmos as equações em conjunto, pois nesse caso MQO será BLUE (Best Linear Unbiased Estimator).

Após estimarmos todas as equações nosso modelo pode ser representado da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 h_t &= \beta_0 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 r_{t-6} + \beta_3 p r_{t-3} + \varepsilon_t \\
 \pi_t^L &= \alpha_1^f \pi_{t-1} + \alpha_2^f E(\pi_t) + \alpha_3^f h_{t-1} + \alpha_4^f h_{t-2} + \alpha_5^f \Delta(p_t^f + ma(e_t)) + \varepsilon_t^f \\
 \pi_t^{adm} &= \beta_1 \pi_{t-1}^{igp-di} + \beta_2 \pi_{t-12}^{igp-di} + \beta_3 (e_t - e_{t-12}) + \beta_4 \pi_{t-1}^{facum} + \varepsilon_t \\
 \pi_t^{igp-di} &= \alpha_1 \pi_{t-1}^{igp-di} + \alpha_2 \pi_t^L + \alpha_3 (e_t - e_{t-3}) + \alpha_4 \pi_{t-1}^f + \varepsilon_t \\
 \pi_T &= \pi_t^L (0,6909) + \pi_t^{ADM} (0,3091)
 \end{aligned}$$

Para montarmos nosso modelo estimaremos as equações separadamente por MQO, buscando assim obter estimativas para as variáveis endógenas do modelo, que são o hiato do produto, a taxa de inflação dos preços livres, a taxa de inflação dos preços administrados e a taxa de inflação do IGP-DI, adicionamos ao modelo mais uma equação que fez com que a taxa do IPCA se torna-se endógena nas previsões de um período a frente.

Como já mencionado nosso modelo busca fazer previsões sobre a premissa do Cenário de Mercado divulgado tanto nas Atas do COPOM como trimestralmente no Relatório de Inflação do Banco Central, no qual a taxa de cambio e a taxa de juros se mantêm constantes, nossas previsões feitas para o período de 2006:07 a 2007:07 seguem essas premissas.

Como observado em Alves⁵ o Grupo de Comunicação Institucional do BCB coleta, diariamente, com os agentes financeiros e instituições domésticas ou estrangeiras projeções mensais de mercado para os principais indicadores macroeconômicos da economia

⁵ Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil n°. 16, Avaliação das Projeções do Modelo Estrutural do Banco Central do Brasil para a Taxa de Variação do IPCA, Sergio Afonso Alves, Banco Central do Brasil, março de 2001.

brasileira. A mediana das projeções do mercado é publicada semanalmente as sextas-feiras para que seja de conhecimento público. A frequência da série da mediana é diária e varia devido à publicação do IPCA por volta do dia 10, publicação de outros índices ao longo do mês, choques e aprimoramento dos modelos.

Levando-se em conta essas características, para as expectativas de inflação utilizada no nosso modelo estrutural, utilizou-se a mediana das projeções coletadas pelo BCB entre o dia 10 e 20 de cada mês, a taxa de inflação americana é o Producer Price Index medido pelo Bureau of Labor Statistics.

5. Modelo Auto-Regressivo

5.1. Modelo Estatístico

Para estimarmos um modelo auto-regressivo antes de se conduzir qualquer análise é importante definirmos se a série com a qual estamos trabalhando é estacionária ou não, a partir daí podemos definir qual será a estrutura do modelo probabilístico que estimará a série.

Para identificarmos se uma série é estacionária ou não temos que fazer alguns testes, como por exemplo, o teste de *Dickey-Fuller Aumentado* e o teste de *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Schin (KPSS)*, se a série não for estacionária temos que transformá-la em estacionária, para que se possa fazer uma análise sobre sua função de auto-correlação e a função de auto-correlação parcial, para buscar identificar melhor as características da série.

Existem vários modelos que podem ser utilizados para séries temporais, podemos utilizar um AR, um MA ou ARMA, porém quando o processo não é estacionário homogêneo, ou seja possui tendência, mas não é explosivo o melhor modelo a se utilizar é um modelo ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*).

Um modelo ARIMA utiliza apenas informações a respeito do comportamento passado da série, diferente do modelo estrutural que incorpora a estrutura da economia, é um modelo puramente estatístico, mas que geralmente fornece previsões tão boas ou até mesmo melhores do que modelos estruturais.

5.2. Especificação do Modelo

Como observado no gráfico nº.1 a partir de 1995 houve uma grande redução da inflação medida pelo IPCA, no período de 1995 até os dias atuais não observamos grandes variações no índice de inflação, em virtude disso escolhemos o período compreendido entre 1995:01 a 2007:07 para estimar nosso modelo ARIMA.

Ao analisar a função de auto-correlação (FAC) e a função de auto-correlação parcial (FACP) da amostra integral da série do IPCA (1995:01 a 2007:07) identificamos um processo ARIMA (1,0,0).

6. Análise dos resultados

Para nossa surpresa ao analisarmos a tabela 5, que nos mostra os erros de previsão das estimativas 1 mês a frente, as expectativas do mercado apresentaram erros de viés menores que as observadas no modelo estrutural e no modelo auto-regressivo, enquanto o modelo estrutural possui estáticas de dispersão melhores, que seriam o erro de previsão absoluto médio e quadrático médio que indicam dispersão.

Os valores expressos na tabela se referem ao erro de previsão na previsão de um período à frente, ou seja, a inflação observada no mês T menos a inflação estimada nos modelos estrutural, ARIMA e de mercado.

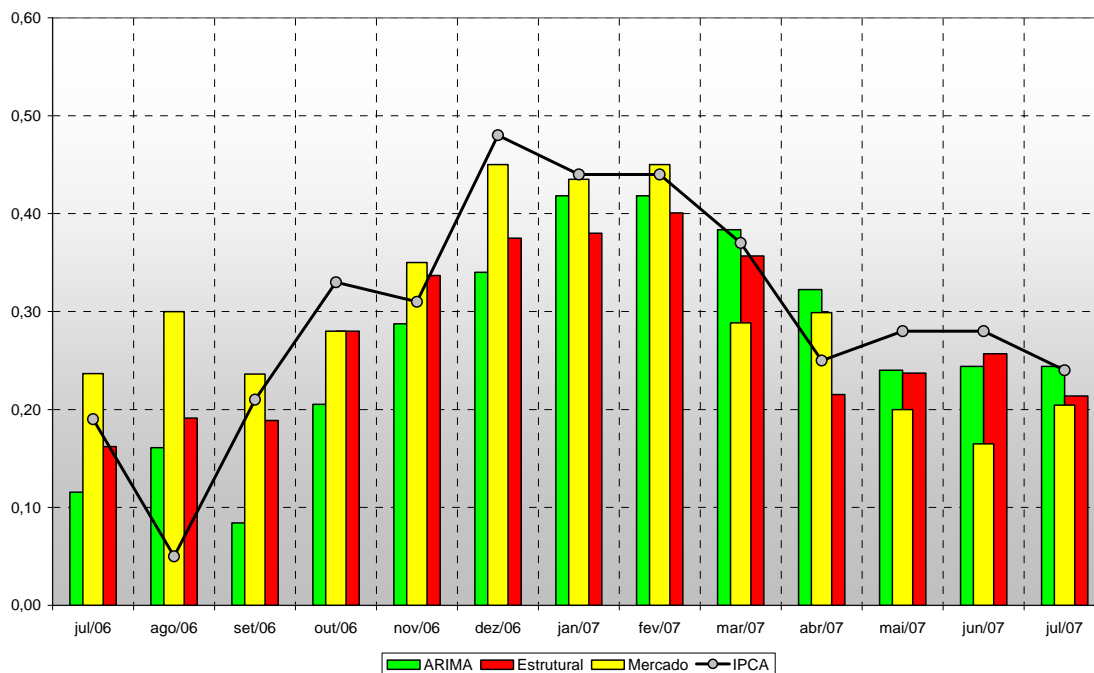
Ao analisarmos essas três estatísticas para períodos anteriores observamos que as previsões de mercado realmente melhoraram com o tempo, podemos creditar essa melhora nas previsões, a credibilidade adquirida pelo Banco Central o que aumentou a importância das expectativas nos modelos de previsão, além do que com o passar do tempo às próprias instituições de mercado também foram calibrando seus modelos estatísticos.

Em relação ao nosso modelo estrutural as equações que representam as curvas IS e de Phillips foram bem estimadas com estatísticas robustas representando bem a dinâmica da economia, porém a estimação dos preços administrados e do IGP-DI não atingiram o resultado objetivado, o Banco Central não divulga claramente como ele calcula a inflação dos preços administrados, o que prejudica a estimação dessas equações. Para se fazer previsões no curto prazo o próprio BC diz que é mais adequado fazer coletas de dados do que usar um modelo.

Tabela 5

Data	Previsão 1 período a frente								
	Erro de Previsão Médio			Erro de Previsão Médio Absoluto			Erro de Previsão Quadrático Médio		
	Estrutural	AR	Mercado	Estrutural	AR	Mercado	Estrutural	AR	Mercado
jul/06	-0,028	-0,074	0,047	0,028	0,074	0,047	0,001	0,006	0,002
ago/06	0,141	0,111	0,250	0,141	0,111	0,250	0,020	0,012	0,063
set/06	-0,021	-0,126	0,026	0,021	0,126	0,026	0,000	0,016	0,001
out/06	-0,050	-0,125	-0,050	0,050	0,125	0,050	0,003	0,016	0,003
nov/06	0,027	-0,022	0,040	0,027	0,022	0,040	0,001	0,001	0,002
dez/06	-0,105	-0,140	-0,030	0,105	0,140	0,030	0,011	0,020	0,001
jan/07	-0,060	-0,022	-0,005	0,060	0,022	0,005	0,004	0,000	0,000
fev/07	-0,039	-0,022	0,010	0,039	0,022	0,010	0,002	0,000	0,000
mar/07	-0,013	0,013	-0,081	0,013	0,013	0,081	0,000	0,000	0,007
abr/07	-0,035	0,072	0,049	0,035	0,072	0,049	0,001	0,005	0,002
mai/07	-0,043	-0,040	-0,080	0,043	0,040	0,080	0,002	0,002	0,006
jun/07	-0,023	-0,036	-0,115	0,023	0,036	0,115	0,001	0,001	0,013
jul/07	-0,026	0,004	-0,036	0,026	0,004	0,036	0,001	0,000	0,001
	-0,275	-0,405	0,025	0,611	0,807	0,819	0,045	0,079	0,100

Gráfico 2



Ao analisar o gráfico 3 podemos observar que as estimativas do modelo estrutural e ARIMA acompanham a tendência da inflação razoavelmente bem, embora os erros observados em alguns períodos podem ser grandes devido a inúmeros fatores que podem ocorrer inesperadamente, como uma crise internacional, devido ao problema imobiliário americano, ou no cenário interno um aumento inesperado no leite, seus derivados e carne bovina, podem fazer com que os modelos superestimem ou subestimem a economia.

O BCB no final de cada trimestre divulga seu Relatório de Inflação no qual divulga suas previsões sobre o comportamento da taxa de inflação, câmbio, juros e outros indicadores macroeconômicos. Em suas previsões o BCB não tem o conhecimento do último número da inflação do trimestre, ao divulgar o relatório de julho o BC faz previsões para os próximos 4 (quatro) trimestres, mas ainda sem possuir os dados de inflação do último mês.

Devido a essas diferenças entre nosso modelo estrutural e as previsões divulgadas pelo BCB não achamos correto comparar diretamente as estimativas, a comparação com as expectativas do mercado atendem perfeitamente ao objetivo do nosso trabalho.

7. Conclusão

O objetivo desse trabalho era através das ferramentas aprendidas durante minha formação acadêmica no departamento de economia desenvolver um modelo estrutural de pequena escala para prever a dinâmica da taxa de inflação do IPCA no curto prazo, nosso modelo foi desenvolvido com a ajuda do material que o Banco Central disponibiliza em suas publicações, e consiste em uma equação da curva IS e uma equação da curva de Phillips que nós utilizamos para a previsão dos preços livres, para a determinação dos preços administrados utilizamos o modelo de determinação endógena dos preços administrados proposto pelo próprio Banco Central do Brasil em um de seus Relatórios de Inflação.

Utilizamos o método SUR para estimar nossas equações, pois não se rejeitou a hipótese de ausência de auto-correlação serial nos erros, obtendo-se assim valores para as projeções dos preços livres e para os preços administrados, que foram somadas com seus devidos pesos.

Também criamos um modelo auto-regressivo, no qual a taxa de inflação do IPCA é explicada somente por seus valores passados, os resultados obtidos com esse modelo serviram de base de comparação com o resultado das projeções do modelo estrutural.

Após a construção do nosso modelo estrutural e do nosso modelo auto-regressivo, fizemos uma comparação com as expectativas do mercado coletadas pelo BCB, nos resultados observamos que o mercado possui estatísticas melhores em relação ao viés e o nosso modelo possui estatísticas melhores no que diz respeito ao grau de dispersão.

Analisando nossos resultados e os de trabalhos anteriores citados anteriormente, podemos concluir que as previsões de curto prazo do mercado melhoraram em todos os critérios avaliados, creditamos essa melhora não só ao aumento da credibilidade do BCB como também ao aperfeiçoamento dos modelos de previsão, já nosso modelo estrutural ainda precisa ser aperfeiçoado, o que creio que ocorrerá com o tempo à medida que vamos melhorando e capturando melhor a dinâmica dos dados utilizados, mesmo necessitando de ajustes nosso modelo cumpriu com o propósito do trabalho, pois capturou relativamente bem à tendência da taxa de inflação.

7. Bibliografia

ALVES, Sérgio Afonso Lago. Avaliação das Projeções do Modelo Estrutural do Banco Central do Brasil para a Taxa de Variação do IPCA. Banco Central do Brasil: Trabalhos para Discussão N°16, 2001.

BOGDANSKI, Joel et al. Implementing Inflation Targeting in Brazil. Banco Central do Brasil: Working Paper Series N°1, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. < www.ibge.com.br >

Instituto de Pesquisa Economicas e Aplicadas. < www.ipeadata.gov.br >

JOHNSTON, Jack; DINARDO, John. Econometric Methods. 4° ed. Nova York: McGraw-Hill, 1997.

MINELLA, André et al. Inflation Targeting in Brazil: Constructing Credibility Under Exchange Rate Voaltility. Banco Central do Brasil: Working Paper Series N°77, 2003.

MISHKIN, Frederic S.. Moedas, Bancos e Mercados Financeiros. 5° ed. Rio de Janeiro:

LTC Editora, 2000.

Relatório de Inflação do Banco Central. Modelo de Determinação Endógena dos Preços Administrados. Banco Central do Brasil, dezembro de 2003.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M... Introductory Econometrics: A Modern Approach. Estados Unidos da América: The South-Western College Publishing, 2000.